

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-071838

(43)Date of publication of application : 18.03.1997

(51)Int.Cl.

C22C 38/00
C22C 38/60

(21)Application number : 07-261927

(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 05.09.1995

(72)Inventor : HANIYUDA TOMONORI
NAKAMURA SADAYUKI

(54) FREE CUTTING STEEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a free cutting steel excellent in machinability by specifying its chemical compsn. and the number of inclusions.

SOLUTION: This low carbon free cutting steel contains alloy elements of, by weight, 0.02 to 0.15% C, 0.6 to 1.5% Mn, 0.04 to 0.20% P, 0.10 to 0.50% S, 0.10 to 0.40% Pb and 0.010 to 0.020% O as fundamental components, in which the content of Si is furthermore regulated to $\leq 0.005\%$ and Al to $\leq 0.0004\%$, contg., at need, one or \geq two kinds selected from among 0.003 to 0.15% Te, 0.02 to 0.20% Bi and 0.02 to 0.30% Se, and the balance substantially Fe, and in which the number of oxide inclusions which do not compounded with sulfide inclusions is regulated to $\leq 30\%$ that of the total oxide inclusions and is obtd. by continuous casting.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-71838

(43) 公開日 平成9年(1997)3月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00 38/60	3 0 1		C 2 2 C 38/00 38/60	3 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数2 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-261927

(22) 出願日 平成7年(1995)9月5日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 羽生田 智紀

愛知県名古屋市緑区滝ノ水四丁目503番地

(72) 発明者 中村 貞行

三重県三重郡朝日町大字柿3094番地

(54) 【発明の名称】 快削鋼

(57) 【要約】

【目的】 被削性の優れた快削鋼を提供する。

【構成】 合金元素の含有率が重量で、C : 0.02 ~ 0.15%, Mn : 0.6 ~ 1.5%, P : 0.04 ~ 0.20%, S : 0.10 ~ 0.50%, Pb : 0.10 ~ 0.40%, O : 0.010 ~ 0.020%を基本成分とし、さらにSi : 0.005%以下、Al : 0.0004%以下に制限し、必要に応じてTe : 0.003 ~ 0.15%, Bi : 0.02 ~ 0.20%, Se : 0.02 ~ 0.30%のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、残部実質的にFeからなり、かつ、硫化物系介在物と複合していない酸化物系介在物の数が酸化物系介在物総数の30%以下であることを特徴とする連続铸造による低炭素快削鋼。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量で、C：0.02～0.15%，Mn：0.6～1.5%，P：0.04～0.20%，S：0.10～0.50%，Pb：0.10～0.40%，O：0.010～0.020%を基本成分とし、さらにSi：0.005%以下、Al：0.0004%以下に制限し、残部実質的にFeからなり、かつ、硫化物系介在物と複合していない酸化物系介在物の数が酸化物系介在物総数の30%以下であることを特徴とする連続铸造による低炭素快削鋼。

【請求項2】 重量で、C：0.02～0.15%，Mn：0.6～1.5%，P：0.04～0.20%，S：0.10～0.50%，Pb：0.10～0.40%，O：0.010～0.020%を基本成分とし、さらにSi：0.005%以下、Al：0.0004%以下に制限し、さらに、Te：0.003～0.15%，Bi：0.02～0.20%，Se：0.02～0.30%のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、残部実質的にFeからなり、かつ、硫化物系介在物と複合していない酸化物系介在物の数が酸化物系介在物総数の30%以下であることを特徴とする連続铸造による低炭素快削鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は快削鋼に関し、さらに詳しくは、被削性を向上する添加元素であるところのS、PおよびPbをある程度以上含有した快削鋼において、特にハイス工具による切削加工時の工具寿命に優れた低炭素快削鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】S、PおよびPbを増量添加した低炭素快削鋼の被削性は酸素量と相関があり、溶製において脱酸を行わないことが最良と考えられている。しかし、近年の切削加工の自動化の進行に伴い、被削材に要求される被削性、特に工具寿命の安定性が従来に増して厳しくなり、工具材種によっては脱酸しない溶製材であっても溶製方法や耐火物の組成の些細な違いにより、切削工程の能率やコストに重大な影響を与える事態が増加している。特に大型インゴット铸造では、化学成分や介在物形態の部位間差が大きく、特に高速度鋼製工具（以下ハイス工具と略す）による切削における工具寿命のばらつきが大きい。一方、連続铸造は大型インゴットに比べて化学成分や介在物形態の同一溶製ロット内の部位間差が小さく、同一ロット内の被削性の安定性という点では優れているが、溶製ロット間の安定性はインゴット铸造と同様に大きく、さらなる被削性の安定性および下限の向上が望まれている。

【0003】

【発明が解決しようとする問題点】本発明はハイス工具による切削における工具寿命およびその安定性を向上す

ることを目的とするものであり、そのためには、溶製ロットによる工具寿命のばらつきの要因を解明し、これらを制御することにより被削性の向上を図ることが必要である。

【0004】

【問題点を解決するための手段】本発明者はS、PおよびPbを添加した快削鋼の連続铸造材におけるハイス工具寿命のばらつきの原因およびこれの改善方法を検討した結果、以下のようなことを見出した。

10 【0005】連続铸造材の介在物の溶製ロットによる差異は酸化物の存在形態において顕著であり、大別して硫化物系介在物と複合した酸化物系介在物と硫化物系介在物と複合していない単独の酸化物系介在物の割合がロットにより変化している。この単独の酸化物系介在物は主にSiおよびAlを含む硬質酸化物である。SiおよびAlを含む酸化物系介在物の量は凝固後のO、SiおよびAlの鋼中含有量でほぼ決定される。連続铸造はインゴット铸造に比べて、注入管や湯道がないため耐火物から受ける溶湯の汚染が少ない特徴があり、凝固後の化学成分は溶鋼のそれと同等である。したがって、従来インゴットでは困難であった精度での酸素や脱酸元素の量の制御が可能であり、溶鋼中のSi、AlおよびO量を制御することにより凝固後の酸化物の量、組成および存在形態を制御することが可能である。発明者らは酸化物や硫化物の量、組成および存在形態とハイス工具寿命の関係を詳細多岐に渡り調査した結果、ハイス工具の寿命は被削材中の酸化物系介在物の量が少ないほど良好であり、中でも特に、硫化物系介在物と複合していない単独の酸化物系介在物の量がハイス工具寿命に密接に関連しており、硫化物の形態や硫化物系介在物と複合した酸化物量の影響は比較的小さいことが判明した。

30

40

【0006】これら2種の酸化物系介在物の量の測定は断面の検鏡試料におけるX線マイクロアナライザーによる組成分析と画像解析による方法が最適であり、この手法により測定した硫化物系介在物と複合していない酸化物系介在物の面積が全酸化物系介在物の面積の30%以下であるとき最も良好なハイス工具寿命が得られる。このためには、まず、酸素量を硫化物形態が変化しない範囲で極力低減し、Si、およびAlの含有量を従来考えられていたレベルよりもさらに低減することが必要である。

【0007】すなわち、本発明にかかわる快削鋼は、重量で、C：0.02～0.15%，Mn：0.6～1.5%，P：0.04～0.20%，S：0.10～0.50%，Pb：0.10～0.40%，O：0.010～0.020%を基本成分とし、さらにSi：0.005%以下、Al：0.0004%以下に制限し、残部実質的にFeからなり、かつ、硫化物系介在物と複合していない酸化物系介在物の数が酸化物系介在物総数の30%以下であることを特徴とする連続铸造による低炭素快

50

削鋼を第1の発明とし、これにさらに、必要に応じて、
 $Te: 0.003 \sim 0.15\%$, $Bi: 0.02 \sim 0.20\%$, $Se: 0.02 \sim 0.30\%$ のうちから選んだ
 1種または2種以上を含有するさらに被削性に優れた快
 削鋼を第2の発明とする2つの発明よりなるものであ
 る。

【0008】本発明の快削鋼の請求範囲の限定理由につ
 いて以下に説明する。

【0009】 $C: 0.02 \sim 0.15\%$

Cは鋼の強度を向上するが、同時に延性を低下させる元
 素であり、その含有量が極めて低い領域においては鋼の
 適度な延性の低下により被削性を向上する効果がある。
 このためには含有量を重量で0.02%以上とする必要
 があるが、含有量が0.15%を越えると被削材の硬度
 が高くなり、被削性が劣化するため0.15%以下とす
 る。

【0010】 $Mn: 0.6 \sim 1.5\%$

Mnは被削性の向上に有効なMnSまたはMn(S, T
 e, Se)を生成させるために必要な元素であり、含有
 量が0.6%未満では熱間加工性が劣化し、また、1.
 5%を越えると被削材の加工硬化が顕著になり被削性が
 劣化する。よって、Mnの含有量は0.6~1.5%と
 する。

【0011】 $P: 0.04 \sim 0.20\%$

Pは鋼の延性を低下させ、切削加工時の切りくず処理性
 を向上するとともに仕上げ面粗さを低減する元素である
 が、含有量が0.04%未満ではこれらの効果が小さ
 く、0.20%を越えて含有されると熱間加工における
 表面欠陥が多くなる。よって、Pの含有量は0.04~
 0.20%とする。

【0012】 $S: 0.10 \sim 0.50\%$

Sは被削性全般の向上に有効なMnSを形成する元素で
 あるが、含有量が0.10%未満では効果が小さく、ま
 た、0.50%を越えると熱間加工性および延性の低下
 が著しい。よって、Sの含有量は0.10~0.50%
 とする。

【0013】 $Pb: 0.10 \sim 0.40\%$

Pbは被削性全般の向上に有効な元素であり、含有量が
 0.10%未満では効果が小さく、また、0.40%を
 越えると熱間加工性および延性の低下が著しい。よっ
 て、Pbの含有量は0.10~0.40%とする。

【0014】 $O: 0.010 \sim 0.020\%$

Oは硫化物の晶出形態を左右する元素であり、0.01
 0%未満の場合硫化物が微細になり、超硬工具による旋
 削加工における工具寿命が劣化する。一方、0.020
 %を越えると酸化物が増加し、ハイス工具による切削加
 工における工具寿命が劣化する。したがって、Oの含有
 量は0.010~0.020%とする。

【0015】 $Si: 0.005\%$ 以下

Siは脱酸元素であり、極微量の混入でも酸化物の組成
 および量に影響を与え、硬質の単独酸化物の量を増大さ
 せ、ハイス工具寿命を劣化させる。その影響は0.00
 5%を越えると顕著になる。したがって、Siの含有量
 を0.005%以下とする。

【0016】 $Al: 0.0004\%$ 以下

AlもSiと全く同様の影響を与えるものであり、Si
 の場合よりもその影響が大きく、0.0004%を越え
 るとハイス工具寿命を劣化させる。したがってAlの含
 有量は0.0004%以下とする。

【0017】 $Te: 0.003 \sim 0.15\%$

TeはSとともにMnと化合し、MnSの周囲に低融点
 のMn(S, Te)を形成することにより熱間加工によ
 る硫化物の展伸を抑制し、被削性を改善する元素であ
 り、第2の発明において必要に応じて添加されるが、
 0.003%未満では効果が小さく、0.15%を越え
 ると熱間加工性を害する。よってTeの含有量は0.0
 03~0.15%とする。

【0018】 $Bi: 0.02 \sim 0.20\%$

Biは被削性を改善する元素であり、第2の発明におい
 て必要に応じて添加されるが、0.02%未満では効果
 が小さく、0.20%を越えると熱間加工性を害する。
 よってBiの含有量は0.02~0.20%とする。

【0019】 $Se: 0.02 \sim 0.30\%$

SeはSとともにMnと化合し、Mn(S, Se)を形
 成し、被削性を向上する元素であり、第2の発明におい
 て必要に応じて添加されるが、0.02%未満では効果
 が小さく、0.30%を越えるとMn(S, Se)の熱
 間硬度が上昇し被削性の向上効果が飽和するとともに添
 加費用が高くなる。よって、Seの含有量は0.02~
 0.30%とする。

【0020】硫化物系介在物と複合していない酸化物系
 介在物はハイス工具を機械的に摩耗させる作用が強いた
 め極力低減することが望まれる。酸素含有量が上記限定
 範囲にある場合、硫化物系介在物と複合していない酸化
 物系介在物の数が酸化物系介在物の総数の30%を越え
 るとハイス工具寿命の劣化が顕著となる。したがって、
 硫化物系介在物と複合していない酸化物系介在物の数を
 酸化物系介在物総数の30%以下とする。

【0021】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を説明する。表
 1に示す化学組成の鋳片を連続鍛造により製造したの
 ち、熱間圧延および冷間引抜き加工により直径16mm
 の丸棒材とした。

【0022】

【表1】

No	C	Mn	P	S	Pb	O	Si	Al	Te	Bi	Se
N1	0.05	0.74	0.051	0.15	0.14	0.018	0.004	0.0003	-	-	-
N2	0.08	1.09	0.049	0.30	0.30	0.016	0.003	0.0001	-	-	-
N3	0.05	1.01	0.073	0.26	0.17	0.011	0.002	0.0004	0.054	-	-
N4	0.06	1.13	0.069	0.29	0.18	0.014	0.001	0.0001	-	0.13	-
N5	0.09	1.30	0.090	0.22	0.20	0.017	0.004	0.0002	-	-	0.22
N6	0.11	1.24	0.068	0.28	0.22	0.010	0.005	0.0004	0.033	0.10	-
N7	0.13	1.33	0.079	0.15	0.16	0.018	0.001	0.0003	0.011	0.19	0.13
R1	0.04	0.74	0.054	0.15	0.12	0.016	0.007	0.0008	-	-	-
R2	0.07	1.05	0.052	0.31	0.27	0.015	0.009	0.0011	-	-	-
R3	0.05	0.98	0.065	0.23	0.18	0.014	0.003	0.0009	0.056	-	-
R4	0.06	1.11	0.076	0.30	0.18	0.014	0.009	0.0004	-	0.14	-
R5	0.09	1.27	0.080	0.23	0.24	0.016	0.009	0.0009	-	-	0.23
R6	0.12	1.49	0.045	0.27	0.20	0.014	0.006	0.0007	0.032	0.11	-
R7	0.10	1.09	0.054	0.15	0.12	0.025	0.005	0.0004	0.012	0.19	0.14

【0023】表1においてN1およびN2は本発明の請求項第1項に該当する発明鋼であり、N3からN7は本発明の請求項第2項に該当する発明鋼である。R1からR6はそれぞれ発明鋼N1からN6に対して、Si、Alのいずれか一方もしくは両方が本発明の請求範囲の規制上限を越えている比較鋼であり、R7は発明鋼N7に対してO（酸素）のみが本発明の請求範囲の上限を越えている比較鋼である。その他の化学成分についてはそれ

ぞれの対応する比較鋼と発明鋼においてほぼ同等に調整されている。

【0024】X線マイクロアナライザーによる酸化物系介在物の存在形態の調査結果と自動盤試験結果を表2に示す。

【0025】

【表2】

No	種別	単独酸化物比率 (%)	ハイス工具寿命 (回)
N1	発明鋼(第1項)	2.8	2702
N2	発明鋼(第1項)	1.2	4284
N3	発明鋼(第2項)	1.8	8033
N4	発明鋼(第2項)	6	10072
N5	発明鋼(第2項)	1.8	13345
N6	発明鋼(第2項)	2.7	18088
N7	発明鋼(第2項)	1.2	30617
R1	比較鋼(対N1)	4.5	1294
R2	比較鋼(対N2)	8.0	2024
R3	比較鋼(対N3)	4.2	4007
R4	比較鋼(対N4)	4.3	4980
R5	比較鋼(対N5)	5.4	6099
R6	比較鋼(対N6)	4.4	8022
R7	比較鋼(対N7)	2.7	9909

【0026】

【表3】

加工機式	工具材種	切削速度	送り	溝深さ	溝幅	切削油剤
外周溝入れ	SKH4	100m/min	0.1mm/回転	1mm	8mm	油性

【0027】表2において、単独酸化物比率は直径16mmの丸棒の縦断面の全域にわたる合計32mm²においてX線マイクロアナライザー（EPMA）により、O（酸素）の特性X線カウント数が視野平均の10倍以上の部分で0.25μm²以上の粒子を酸化物系介在物とし、S（硫黄）の特性X線カウント数が視野平均の10倍以上の部分で0.25μm²以上の粒子を硫化物系介在物として同時にカラーマップ表示し、硫化物系介在物

と複合していない酸化物系介在物の数および全酸化物系介在物の数をカウントし、これらの比を求め、百分率で表したものである。また、ハイス工具寿命は表3に示す切削条件で直径16mmの引き抜き丸棒にハイス総形工具による溝入れプランジ切削を行い、コーナー部の溶損が発生するまでの切削回数を求めたものである。

【0028】表2において、発明鋼N1からN7の単独酸化物比率はいずれも3.0%以下である。これに対し、

酸素量がほぼ同等でSiまたはAlのいずれかの一方もしくは両方が本発明の請求範囲の規制上限を越えている比較鋼R1からR6の単独酸化物比率はいずれも30%を越えており、発明鋼に比べて硫化物と複合していない酸化物量が多いことがわかる。また、表2において、発明鋼N1からN6のハイス工具寿命はSi、Al以外の化学成分がそれぞれほぼ同等の比較鋼R1からR6に対して2倍以上になっている。また、発明鋼N7も酸素含

有量の高い比較鋼R7よりハイス工具寿命が約3倍になっており、本発明鋼のハイス工具寿命がいずれも優れていることが明らかである。

【0029】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、高速度鋼製切削工具の寿命を著しく向上することが可能であり、産業上の効果は極めて顕著である。